

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mengalami kemajuan yang pesat terutama dalam bidang otomotif. Performa mesin otomotif tidak terlepas dari kinerja *heat transfer*. Mesin otomotif yang memiliki kemampuan *heat transfer* yang baik akan memiliki kinerja yang lebih baik, menghemat bahan bakar, emisi yang rendah dan tidak mengalami *over heating* (Leong, dkk., 2010; Mastur & Nugroho, 2015). Penelitian tentang *heat transfer* yang masih berkembang saat ini adalah berkaitan dengan aplikasi pada radiator. Radiator merupakan bagian terpenting dalam sistem *heat transfer* yang digunakan untuk mendinginkan mesin dengan memanfaatkan air sebagai fluida yang membawa panas dari mesin ke radiator (Ali, dkk., 2015). Faktor pendukung yang dapat meningkatkan kinerja *heat transfer* pada radiator adalah jenis fluida serta laju aliran fluida yang digunakan (Murti, 2008).

Fluida kerja konvensional seperti air, etilen glikol, dan oli memiliki sifat perpindahan panas yang relatif rendah untuk mencapai sistem *heat transfer* yang dibutuhkan. Sehingga diperlukan material tambahan untuk meningkatkan sifat *heat transfer* pada fluida kerja. Material berupa zat padat memiliki sifat *heat transfer* yang lebih besar dibandingkan fluida (Eastman, dkk., 2001). Namun, zat padat tidak bisa digunakan dalam aplikasi radiator karena sulit menempati ruang-ruang sempit dan tidak mudah berubah. Material zat padat cenderung mengalami masalah penyumbatan dan korosi pada sistem *heat transfer* karena ukuran partikel padatan masih relatif besar, yaitu skala mikro-milimeter (Das, dkk., 2003).

Saat ini teknologi berskala nano sedang berkembang. Partikel berskala nano memiliki sifat yang berbeda dengan partikel *bulk* walaupun berasal dari sumber material yang sama (Singh, dkk. 2015). Choi (1996), dalam penelitiannya telah mencoba membuat nanopartikel yang disuspensikan kedalam fluida dasar yang ia namakan sebagai nanofluida. Beberapa keuntungan nanofluida adalah stabilitas dan

dan sifat termal yang lebih baik dari fluida dasarnya (Syarif & Prajitno, 2016; Murshed, dkk., 2008). Stabilitas dan sifat termal nanofluida ditentukan oleh material partikel, material fluida dasar, ukuran partikel, konsentrasi nanofluida dan tingkat keasaman radiator (Wong, Nash, & Moss, 2008). Putra, dkk. (2012), telah membuktikan bahwa nanofluida Al_2O_3 -air dapat meningkatkan sifat termal sebesar 5% dibandingkan fluida dasarnya. Syarif & Prajitno (2016), melakukan penelitian tentang stabilitas nanofluida Fe_3O_4 -air. Mereka menemukan bahwa nanofluida Fe_3O_4 -air yang disintesis dari material yarosit masih dalam keadaan stabil sampai hari ke-135. Hal ini membuktikan bahwa nanofluida memiliki potensi untuk diaplikasikan pada radiator.

Salah satu yang menarik untuk dieksplorasi adalah sifat-sifat nanofluida berbasis nanopartikel ZrO_2 . Nanopartikel ZrO_2 memiliki potensi untuk meningkatkan proses *heat transfer* karena memiliki sifat termal yang lebih baik dari air (Syarif & Prajitno, 2013). Selain itu keberadaan ZrO_2 berlimpah di alam dalam bentuk bahan dasar zirkonium silikat (ZrSiO_4) yang tersebar di wilayah Indonesia seperti kepulauan Riau dan Bangka Belitung (Zulfikar, Herry, Wastoni, & Djaja, 2008). Fluida dasar yang akan digunakan untuk nanofluida pada penelitian ini adalah campuran antara air dan *ethylene glycol* (EG). Penggunaan fluida dasar air-*ethylene glycol* dimaksudkan agar lebih ekonomis dan untuk menurunkan nilai titik beku fluida dasar (Aziz, dkk., 2015). Sedikitnya studi tentang ini, menyebabkan data-data yang ada belum optimal, terutama nanopartikel yang dibuat dari prekursor bahan alam. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terhadap karakteristik dari nanofluida (Air-EG)- ZrO_2 dan pengujian nanofluida (Air-EG)- ZrO_2 pada sistem radiator yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja *heat transfer* pada radiator menggunakan prekursor yang berasal dari alam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang muncul dari penelitian ini adalah

- 1) Bagaimana pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap karakteristik nanofluida?
- 2) Bagaimana pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator?
- 3) Bagaimana pengaruh laju aliran nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah

- 1) Mengetahui pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap karakteristik nanofluida.
- 2) Mengetahui pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator.
- 3) Mengetahui pengaruh laju aliran nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas maka terdapat beberapa batasan masalah dalam penelitian ini. Adapun batasan masalah tersebut meliputi pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap karakterisasi nanofluida, pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator, dan pengaruh laju aliran nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator.

Untuk melihat pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap karakteristik nanofluida, maka dilakukan beberapa karakterisasi diantaranya pengamatan stabilitas nanofluida, viskositas nanofluida, potensial zeta nanofluida, dan *Critical Heat Flux* (CHF) nanofluida. Variasi konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ yang digunakan dibatasi pada 0,05% vol, 0,1% vol, 0,3% vol, dan 0,5% vol. Pengamatan stabilitas nanofluida dilakukan selama 18 hari dengan cara mengamati secara visual keadaan nanofluida dalam bentuk gambar yang dilakukan setiap hari

menggunakan kamera digital. Karakterisasi viskositas nanofluida dilakukan pada suhu 25°C menggunakan *SV series Sine-Wave Vibro Viscometer* untuk setiap variasi konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂. Karakterisasi potensial zeta nanofluida dan *Critical Heat Flux* (CHF) nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ yang masing-masing menggunakan *Malvern Zetasizer Nano* dan alat CHF terhadap variasi konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂.

Untuk melihat pengaruh konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator, maka dilakukan pengukuran pada alat pengujian *heat transfer* radiator yang telah dibuat. Konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ yang digunakan adalah 0,05% vol, 0,1% vol, 0,3% vol, dan 0,5% vol. Nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ dialirkan dalam alat pengujian *heat transfer* radiator dengan laju aliran dan suhu inlet fluida yang dijaga konstan, yaitu 3,3 LPM dan 60°C. Dari pengujian ini didapatkan data berupa suhu inlet (T_{in}), suhu outlet (T_{out}), suhu dinding radiator (T_{wall}), dan laju aliran fluida (u).

Pengaruh laju aliran nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap terhadap *heat transfer* radiator dapat dilakukan menggunakan alat pengujian *heat transfer* yang telah dibuat. Konsentrasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ yang digunakan adalah 0,05% vol. Laju aliran nanofluida divariasikan pada 1,32 LPM, 2,22 LPM, 2,64 LPM, dan 3,3 LPM. Suhu inlet nanofluida dijaga tetap pada 60°C. pengujian laju aliran nanofluida yang dialirkan dalam alat uji *heat transfer* akan didapatkan data berupa suhu inlet (T_{in}), suhu outlet (T_{out}), suhu dinding radiator (T_{wall}), dan laju aliran fluida (u).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat ketika dilakukannya penelitian ini adalah:

- 1) Memberikan informasi terkait nanofluida serta tahap preparasi pembuatan nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ dengan metode dua tahap.
- 2) Didapatkan hubungan antara konsentrasi dan laju aliran nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ terhadap *heat transfer* radiator.
- 3) Memberikan pengetahuan tambahan mengenai fluida kerja pada proses pendinginan sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai efisiensi *heat*

transfer sistem radiator setelah mengganti fluida konvensional dengan nanofluida (Air-EG)-ZrO₂.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan skripsi ini dikelompokkan menjadi empat bagian, diantaranya Bab I Pendahuluan, Bab II Kajian Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan, Bab V Penutup. Bab I Pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II Kajian Teori menjelaskan tentang tinjauan pustaka yang menjadi dasar acuan dalam penelitian ini antara lain mengenai nanopartikel, nanofluida, *zirconium dioxide*, *ethylene glycol*, *X-Ray Diffraction*, *surface area meter*, viskositas, zeta potensial, *critical heat flux*, dan sistem *heat transfer* pada radiator. Bab III Metode Penelitian berisi tentang metode penelitian yang meliputi desain penelitian terdiri dari alat dan bahan penelitian, karakterisasi, dan *prototype heat transfer* radiator, lalu prosedur penelitian meliputi preparasi nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ dan pengujian nanofluida (Air-EG)-ZrO₂ pada *prototype heat transfer* radiator. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan menjelaskan tentang hasil penelitian berupa karakteristik nanofluida yang terdiri dari hasil analisis XRD, *surface area meter*, viskositas, zeta potensial, *critical heat flux*, visualisasi pengamatan nanofluida selama 18 hari, dan pengaruh konsentrasi serta laju alir terhadap *heat transfer rate* nanofluida (Air-EG)-ZrO₂. Semua data tersebut dibahas dan dianalisis. Bab V Penutup berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang diperoleh selama penelitian dan saran untuk penelitian serupa pada masa mendatang.